

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Kunz, Norbert

Erfahrungen mit geotextilen Filtern an Bundeswasserstraßen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/101944>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Kunz, Norbert (2014): Erfahrungen mit geotextilen Filtern an Bundeswasserstraßen. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Filter und hydraulische Transportvorgänge im Boden. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 65-72.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Erfahrungen mit geotextilen Filtern an Bundeswasserstraßen

Norbert Kunz, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Geotextilien kommen schon seit über 40 Jahren im Verkehrswasserbau zur Anwendung. In dieser Zeit haben sich Materialien und Technik immer weiter fortentwickelt, so dass Geotextilien heute ein bewährtes und wirtschaftliches Element in Deckwerken, d. h. Böschungs- und Sohlensicherungen von Wasserstraßen, sind.

1 Einsatz von Geotextilien im Deckwerksbau

Die Ufer von schiffbaren Flüssen und Kanälen werden im Wesentlichen durch die von den Schiffen erzeugten spezifischen hydraulischen Belastungen beansprucht. Bei der Fahrt durch einen beschränkten Gewässerquerschnitt fließt das vom Schiff verdrängte Wasser entgegen der Fahrtrichtung zum Schiffsheck und es kommt dadurch zu einem Absenk des Wasserspiegels neben dem Schiff. Dieser Absenk wird ungefähr auf Höhe des Hecks durch die insbesondere bei schneller und ufernaher Fahrt sehr energiereiche Heckquerwelle wieder aufgefüllt. Diese hydraulischen Wechsellasten können täglich bis zu 100 Mal auftreten.

Sind die Ufer diesen hydraulischen Belastungen schutzlos ausgesetzt, so flachen sie auf eine Neigung von bis zu 1:10 ab, der Boden wird erodiert und lagert sich in der Fahrrinne ab. Um Ufer und Fahrrinne stabil zu halten, werden Böschungen und in bestimmten Fällen auch Sohlen von Wasserstraßen in weiten Bereichen mit Deckwerken gegen Erosion gesichert.

Der obere Teil eines Deckwerks ist die Deckschicht, die stabil gegen die hydraulischen Belastungen ist. Sie besteht i. d. R. aus Wasserbausteinen mit mittleren Gewichten zwischen 5 und 20 kg. Die Erosion des anstehenden Bodens wird durch die darunter liegende Filterschicht verhindert, für die in den meisten Fällen geotextile Filter angewendet werden.

In Kanälen, die oberhalb des Geländes in Dammlage geführt werden, wird i. d. R. eine Dichtung unter der Deckschicht angeordnet. Die Dichtung besteht aus 20 bis 30 cm Ton und ist durch ein Geotextil von der Deckschicht zu trennen.

2 Besondere Beanspruchungen der Geotextilien beim Bau des Deckwerks

Der Einbau eines Deckwerkes unter Einsatz von Geotextilien erfolgt in folgenden Phasen:

- Bodenaushub und Herstellung des Planums,
- evtl. Einbau einer Dichtung,
- Einbau des Geotextils als Filter oder Trennlage und zum Schluss

- Einbau der Deckschicht aus Wasserbausteinen

Der Gerätezug zum Einbau eines neuen Deckwerks ist in Bild 1 dargestellt. Von oben nach unten sieht man einen Bagger mit Schute, den Tonleger, darunter den Verleger für das Geotextil und ganz unten im Bild das Schüttgerüst für die Wasserbausteine. Der Einbau des Geotextils erfolgt in der Mitte des gesamten Deckwerksbaus, so dass sich seine Beanspruchungen neben denen aus der eigentlichen Verlegung aus der Ausführungsqualität sowohl der vor- als auch der nachgelagerten Phasen ergeben.



Bild 1: Gerätezug zum Einbau eines neuen Deckwerks mit Tondichtung

2.1 Bodenaushub und Herstellung des Planums

Beim Bodenaushub werden in Abhängigkeit vom anstehenden Boden teilweise in erheblichem Umfang Feinteile aufgewirbelt, die das Wasser trüben und sich auf der Gewässersohle als Schlamm ablagern. Das Böschungsplanum muss in engen Grenzen eben hergestellt werden, damit das Geotextil nach dem Verlegen keine Geländesprünge überspannt und beim Beschütten mit den Wasserbausteinen reißt oder unzulässig gedehnt wird. Weiterhin ist die

Herstellung eines steinfreien Planums erforderlich, da beim Beschütten des Geotextils mit den schweren Wasserbausteinen auch das bis zu 6 mm dicke Filtervlies durchtrennt werden kann, wenn es zwischen zwei Steine gerät.

2.2 Einbau des Geotextils

Das Geotextil wird in ungefähr 5 m breiten Bahnen angeliefert. Es könnte dann in Fallrichtung auf der Böschung verlegt werden, wobei eine Überlappung von mindestens $\frac{1}{2}$ m erforderlich ist. Es ist aber schwierig, die einzelnen Bahnen unter Wasser, d. h. bei schlechter bzw. eigentlich ohne Sicht genau und stabil zu verlegen. Das liegt auch daran, dass ein Vliesstoff nicht gut unter Wasser absinkt, da das Grundmaterial (i. d. R. Gemische aus Polypropylen und Polyester) eine Dichte von ungefähr 1 g/cm^3 aufweist und außerdem im Vlies Luftblasen verbleiben, die für einen zusätzlichen Auftrieb der Matte sorgen. Daher hat es sich an den Wasserstraßen durchgesetzt, die einzelnen Geotextilbahnen an der Längsseite miteinander zu vernähen und mit einer führenden Konstruktion auf der Gewässersohle abzulegen. Dabei hängt das Geotextil wie ein Segel im Wasser, die dabei ggf. auftretenden Strömungskräfte müssen von ihm aufgenommen werden.

Mittlerweile wird das Geotextil häufig auf der Böschung abgerollt. Der Stauwandeffekt tritt hierbei nicht auf, allerdings muss der Ponton während des Einbaus ruhig stehen, um die Einleitung von Zugkräften in das Geotextil zu verhindern.

2.3 Einbau der Deckschicht aus Wasserbausteinen

Die Wasserbausteine werden auf einem Schüttgerüst abgelegt und von unten nach oben auf der Böschung verklappt. In frei fließenden Flüssen, in denen der Ponton schwer in Position zu halten ist, werden die Wasserbausteine auch mit einem Bagger verlegt und die Böschung anschließend nachprofilert.

Der Aufschlag der Wasserbausteine muss vom Geotextil schadfrei aufgenommen werden, es muss also einen ausreichenden Widerstand gegen Durchschlag aufweisen.

Aus dem Einbau, aber im Wesentlichen aus der notwendigen mechanischen Beständigkeit während der Nutzungsdauer, z. B. gegenüber Geschiebetrieb und Bewegungen der Wasserbausteine infolge der Strömung, folgt die Forderung, dass das Geotextil abriebbeständig sein muss.

3 Anforderungen an Geotextilien im Deckwerksbau

Allgemeine Anforderungen an ein als Filter eingesetztes Geotextil:

- hydraulische Filterwirksamkeit, d. h. ausreichende Durchlässigkeit,

- mechanische Filterwirksamkeit, d. h. ausreichende Zurückhaltung des Bodens, sowie
- mechanische und chemische Beständigkeit.

Die Besonderheiten des Einsatzes von Geotextilien im Deckwerksbau ergeben sich aus den Einbaubedingungen und der spezifischen hydrodynamischen Belastung. Für diese Beanspruchungen haben sich Vliesstoffe gegenüber Geweben durchgesetzt. Gewebe haben zwar eine größere Festigkeit, aber eine geringere Dehnfähigkeit und einen geringeren Widerstand gegenüber Verschleiß.

Die sich aus den Einbau- und Gebrauchsbelastungen ergebenden Anforderungen an das Geotextil als Filter bzw. Trennlage sind in den Technischen Lieferbedingungen für Geotextilien TLG (2008) festgelegt. Wesentlich ist dabei die Bestimmung der Filtereignung des Geotextils mit dem Bodentypverfahren der BAW, bei dem das Filtrationsverhalten in Abhängigkeit von der Korngröße des anstehenden Bodens mit einer Mindestdicke des Geotextils verknüpft wird.

Die Anforderungen an das Geotextil aus den geforderten Filtereigenschaften und aus den mechanischen Belastungen während des Einbaus und der Nutzungsdauer greifen gut ineinander und widersprechen sich nicht. Ein unter den dynamischen hydraulischen Belastungen an Wasserstraßen gut filterndes Geotextil erfordert eine Mindestdicke, die bereits eine gewisse Robustheit bzw. Festigkeit gewährleistet.

4 Geotextilschäden infolge mangelhaftem Deckwerksbau

Der Zustand und die Lage der Geotextilien kann normalerweise nur durch Taucher und nur vor dem Einbau der Wasserbausteine überprüft werden. Aufgrund der schlechten Sichtbedingungen während des Deckwerksbaus gelingt das nur rudimentär. In zwei Streckenabschnitten war es aber möglich, kurz nach erfolgtem Einbau das Deckwerk im Trockenen zu begutachten.

Im Rahmen einer Baumaßnahme wurde 1998 am Mittellandkanal (MLK) kurz nach dem erfolgten Ausbau ein Streckenabschnitt trocken gelegt. Es handelte sich um ein 0,6 m dickes, dichtes Deckwerk mit darunter liegender geotextiler Trennschicht, die auf einer Ausgleichsschicht aus Sand verlegt wurde.

Auffällig war, dass das Geotextil am Böschungsfuß eine Art Wurst mit einer Breite von 0,5 bis 1 m und einer Höhe von 0,6 m gebildet hatte (Bild 2). Diese war problemlos begehrbar, d. h. das Geotextil stand unter einem hohen Innendruck. Die Füllung bestand aus weichem, feinkörnigem Schlack. Ähnliche Erscheinung gab es, überwiegend in der Form einzelner Blasen, auch in der Fläche.

Wir gehen davon aus, dass sich nach der Herstellung des Feinplanums das in Schwebelag befindliche Sediment als Schlamm auf der Gewässersohle abgesetzt hat und darauf das Geotextil verlegt wurde. Beim anschließenden Beschütten wurde der Schlamm zur Seite verdrängt, so dass sich eine Wurst bildete.



Bild 2: „Wurstbildung“ im Übergang Sohle/Böschung am MLK

Die im Geotextil entstehende Membranspannung ist als Zugspannung von diesem aufzunehmen. Für das freiliegende Geotextil besteht die Gefahr, dass es bei der Nachprofilierung des Deckwerks mit einem Tieflöffelbagger aufgerissen wird. Im Betrieb ist das Geotextil nicht gegen Ankerwurf oder andere havarieähnliche Belastungen geschützt. Außerdem ist das Geotextil ggf. auch einem erhöhten Abrieb durch Sedimente im anströmenden Wasser ausgesetzt.

An anderen Stellen war das Geotextil zwischen den Deckwerksteinen eingeklemmt, anstatt glatt an der Unterseite der Deckschicht zu liegen. Die Kanten des Geotextils waren teilweise eingerissen.

Weiterhin war ein Abschnitt des Dortmund-Ems-Kanals (DEK) aufgrund eines Schadensfalls auf 8 km Länge leergelaufen. Der Abschnitt liegt in großen Teilen in Dammlage, so dass das gesamte Kanalprofil mit einer 0,6 m starken Deckschicht und einer 0,3 m dicken Tondichtung geschützt ist. Zwischen beiden befindet sich eine geotextile Trennlage.

An der Kanalsole sind im regelmäßigen Raster Abdrücke der Fußplatten des Arbeitspontons vorhanden (Bild 3). Bei einer Aufgrabung wurde festgestellt, dass sich der Abdruck durch die Deckschicht bis in die Tondichtung gearbeitet hat. Das dazwischen liegende Geotextil war am Rand des Abdrucks zwar deutlich gedehnt, aber nicht gerissen.

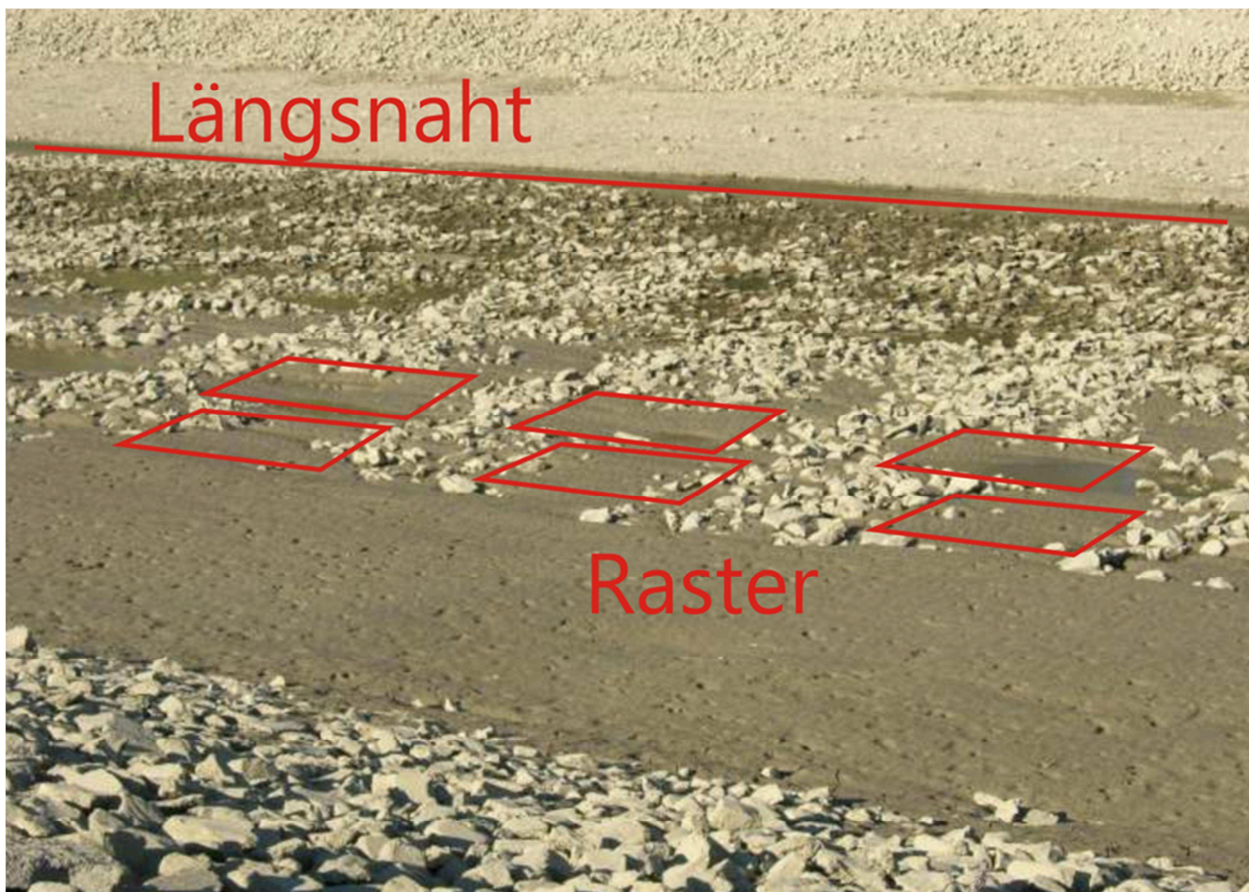


Bild 3: Abdrücke der Fußplatten des Arbeitspontons (DEK)

Örtlich wurde durch Fehlpositionierungen des Schüttgerüsts das Geotextil nicht von Steinen bedeckt (Bild 4). Stellenweise lag das Geotextil auch in Falten (Bild 5). Für solche frei liegenden

Stellen ist es für die Dauerhaftigkeit des Deckwerks hilfreich, wenn das Geotextil einen guten Abriebwiderstand besitzt.



Bild 4: Freiliegendes Geotextil



Bild 5: Faltenbildung und fehlende Deckschicht

Wie bereits am MLK wurden auch hier mit Schlamm gefüllte Blasen gefunden. Einige Blasen waren auch mit Dichtungston und sogar mit Wasserbausteinen gefüllt. Wahrscheinlich waren

Tonreste und Steine bei den Einbauarbeiten über Bord gegangen und vor dem Verlegen des Geotextils nicht wieder abgeräumt worden.

Teilweise wurden die Blasen beim Nachprofilieren der Böschung aufgerissen.

5 Zusammenfassung

Auch wenn somit in Teilbereichen kein ordnungsgemäßes Deckwerk hergestellt wurde, so ist doch feststellbar, dass das Geotextil aufgrund seiner für den Verkehrswasserbau geforderten Robustheit die außergewöhnlichen und auch bis dato unerwarteten Belastungen aufnehmen konnte.

Die Beispiele zeigen, dass beim Deckwerksbau unter Wasser Einbaumängel und -fehler auftreten, die durch die erschwerten Kontrollmöglichkeiten leider nicht bemerkt werden. In solchen Fällen ist es hilfreich, dass Geotextilien für den Verkehrswasserbau relativ hohe Anforderungen an die Robustheit erfüllen müssen. So können auch einige außerplanmäßige Einbausituationen schadlos überstanden werden.

Trotz der relativen Robustheit der Textilien ist natürlich ein guter und sorgfältiger Einbau erforderlich, denn auch robuste Geotextilien können nicht alle außerplanmäßigen Lasten aufnehmen.